

ABSTRACT

Pelican (Pedestrian Light Controlled) crossings are controlled by traffic signals. The standard used to set each period in the Pelican in Indonesia has been established by Directorate General of Land Transport (DJPD, 1997). The standard is very simple and does not consider many factors, including traffic conditions. The aim of this paper is to evaluate the standard by taking into account many factors determining the duration of each period in the Pelican. The evaluation was carried out by comparing many studies undertaken in many countries and by allowing some modifications to adjust with traffic conditions in Indonesia. It has been found that duration of period 2 (amber to drivers period), which is 3 seconds, is appropriate. The other 5 periods should not be constant and should be set by taking into account road width, pedestrian flows and speeds, and traffic speeds. Further, the fixed-time system suggested by the standard is not always suitable, especially when pedestrian demands vary.

PENDAHULUAN

Fasilitas penyeberangan pejalan kaki di ruas jalan yang dilengkapi dengan Alat Pemberi Isyarat Lalulintas (APILL) biasa disebut dengan Penyeberangan Pelican (*Pedestrian Light Controlled*), mengikuti nama standar yang berlaku di Inggris (DOT et al, 1995). Di Indonesia istilah Pelican telah diadopsi dan pengoperasiannya didasarkan pada standar yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Darat pada Tahun 1997 (DJPD, 1997) yang menggunakan 6 periode, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Durasi periode 1 ditetapkan menggunakan rumus 1.

Tabel 1. Standar Pengoperasian Penyeberangan Pelican di Indonesia

Periode	Lampu untuk		Durasi (detik)
	Pejalan kaki	Pengendara	
1	Merah	Hijau	tidak ditentukan
2	Merah	Kuning	3
3	Merah	Merah	3
4	Hijau	Merah	dihitung dengan Rumus 1
5	Hijau berkedip	Merah	3
6	Merah	Merah	3

Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (DJPD) (1997)

$$PT = L/1,2 + 1,7 (N/W-1) \quad (1)$$

dengan:

PT : waktu hijau minimum bagi pejalan kaki (detik)

L : panjang penyeberangan (meter)

N : volume pejalan kaki (panjang kaki/siklus)

W : lebar penyeberangan (meter)

Berdasarkan penelitian Lesmana (2002) didapatkan bahwa sebagian besar Pelican di Yogyakarta belum dioperasikan berdasarkan standar tersebut. Selain itu, sebagian besar pejalan kaki maupun pengemudi tidak mematuhi sinyal yang diterapkan di Pelican (Sasmito, 2002). Bahkan, sebagian pejalan kaki tidak mengetahui fungsi maupun aturan yang berlaku pada Pelican (Nurkhalis, 2003). Walaupun pengoperasian Pelican telah diubah sehingga sesuai dengan standar yang berlaku, namun Pelican tetap tidak efektif (Maharani, 2003). Pengguna hanya mentaati aturan pada Pelican apabila ada pengawasan yang terus-menerus dari petugas, dan hal ini sulit untuk dilakukan karena berbagai keterbatasan (Nurkhalis, 2003).

Selain berbagai kondisi di atas, standar untuk Pelican yang berlaku di Indonesia perlu disempurnakan. Hal ini disebabkan standar tersebut masih terlalu sederhana dan belum mempertimbangkan banyak hal, termasuk kondisi lalulintas kendaraan. Selain itu fungsi dan arti tiap periode bagi pejalan kaki dan pengemudi tidak dijelaskan. Ini tentunya menyulitkan dalam penerapannya di lapangan. Selain itu standar tersebut dibuat untuk sistem waktu tetap saja.

Tulisan ini bertujuan untuk mengevaluasi standar yang berlaku untuk Pelican di Indonesia (DJPD, 1997) dan memberikan usulan penyempurnaannya berdasarkan pada berbagai studi di berbagai negara lain yang telah menggunakan Pelican secara efektif selama bertahun-tahun dan menyesuaikannya dengan

* Ir. Siti Malkhamah, M.Sc., Ph.D., Dosen Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT) Program Pasca Sarjana, dan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

kondisi yang ada di Indonesia. Studi dari negara lain sangat diperlukan karena dua alasan pokok. Yang pertama adalah penelitian tentang Pelican di Indonesia masih sangat terbatas. Penyebab utamanya adalah peralatan dan program Pelican yang ada masih terlalu sederhana sehingga belum dapat disesuaikan dengan tujuan penelitian. Kedua, pengoperasian Pelican di Indonesia sebagian besar belum menggunakan standar yang berlaku, dan standar yang berlakupun masih belum sempurna.

METODE

Studi yang telah dilakukan merupakan 'desk study' berdasarkan data sekunder, telaahan literatur secara ekstensif, dan pemahaman teori serta pengalaman penulis guna melakukan evaluasi terhadap penetapan tiap periode pada Pelican yang ditetapkan oleh DJPD (1997). Evaluasi ini dilakukan dengan cara menganalisis berbagai permasalahan yang terkait dengan penetapan periode pada Pelican dan usulan pemecahannya. Analisis dilakukan untuk mengetahui apakah setiap periode dapat berfungsi sesuai dengan tujuannya dengan mempertimbangkan berbagai variabel yang menentukan durasi periode tersebut. Selain itu sistem pengoperasian Pelican yang terkait dengan kecepatan lalu lintas dan koordinasi APILL juga dibahas. Selanjutnya, berdasarkan analisis dan pembahasan diberikan usulan untuk menyempurnakan standar DJPD (1997).

ANALISIS PERMASALAHAN DAN USULAN PEMECAHAN MASALAH

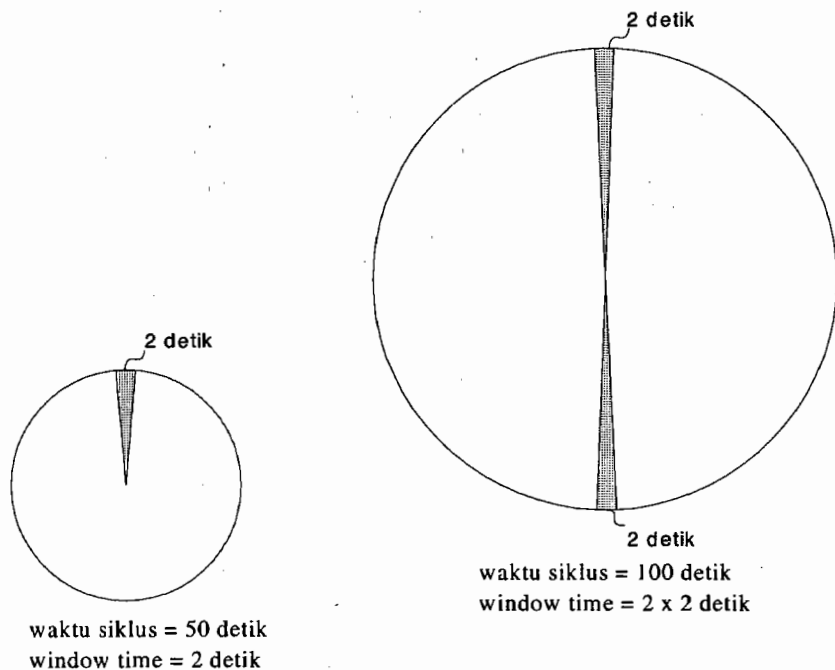
Waktu Siklus, Penggunaan *Window Time* dan Durasi Periode 1

Standar (DJPD, 1997) tidak menetapkan besarnya waktu siklus yang dipakai dan tidak menggunakan *window time*. Yang dimaksud dengan *window time* ialah waktu dalam siklus, yang ditetapkan berada pada detik tertentu pada siklus tersebut, yang mengatur penghentian periode 1 apabila ada pejalan kaki yang mengaktifkan tombol Pelican (DOT *et al.*, 1995). Waktu siklus dan *window time* sangat terkait dengan durasi periode 1, atau periode hijau bagi kendaraan (*vehicle running time*). Selain itu, kapan periode hijau ini dimulai tidak disebutkan pada standar tersebut. Periode hijau seharusnya dimulai pada detik tertentu sedemikian sehingga tundaan bagi lalu lintas dapat seminimal mungkin. Untuk itulah diperlukan adanya *window time*. Dengan adanya *window time* ini, periode 1 tidak akan berhenti tiba-tiba. Selain itu, pada standar ini durasi periode 1 tidak ditentukan (baik maksimum maupun minimumnya). Seharusnya durasi periode 1 ditetapkan berdasarkan volume lalu lintas, dan selanjutnya volume lalu lintas ini menentukan waktu siklus.

Hunt (1990) mendapatkan bahwa waktu siklus Pelican sebaiknya dibuat tidak lebih dari 60 detik agar tundaan bagi pejalan kaki tidak tinggi. Selain itu Malkhamah (2001) mendapatkan bahwa penggunaan waktu siklus yang kurang tepat akan menghasilkan tundaan yang tinggi, khususnya *signal imposed pedestrian delay*. Dari penelitian tersebut didapatkan bahwa 45% pejalan kaki mengalami tundaan lebih dari 30 detik. Adanya *window time* juga memungkinkan dilakukannya koordinasi dengan APILL yang terdekat. Jumlah *window* dan durasinya tergantung pada waktu siklus dan kebijakan yang bertujuan untuk "menyeimbangkan" antara kebutuhan pejalan kaki dan pengemudi. *Double windows* atau *window time* yang berdurasi panjang cocok untuk waktu siklus yang sama atau lebih besar dari 60 detik dengan volume pejalan kaki rendah (Hunt, 1990). Apabila volume pejalan kaki tinggi, maka *double windows* tidak bermanfaat karena kemungkinan malah terkunci pada salah satu *window* yang mungkin tidak menguntungkan bagi pengemudi (Hunt, 1990 dan Griffiths *et al.*, 1984a).

Saat ini istilah '*window time*' yang digunakan di Indonesia, seperti yang digunakan dalam Lesmana (2002) ataupun Maharani (2003) bukanlah *window time* yang sesungguhnya, namun hanyalah merupakan waktu tunggu dan tidak memperhitungkan keperluan *off-set* (selisih waktu mulainya periode hijau pada simpang yang satu dengan simpang berikutnya) dalam koordinasi APILL. Untuk di Indonesia memang perlu dilakukan studi lanjut untuk mengetahui penggunaan *window time* yang paling tepat sehingga tundaan yang dialami oleh pejalan kaki dan pengemudi bisa diminimalkan. Untuk kondisi di Indonesia waktu siklus 50 menit dengan *single window* atau waktu siklus 100 menit dengan *double windows* dapat diujicobakan. Berdasarkan penelitian Hunt (1990), pengaturan yang demikian akan menghasilkan tundaan yang masih dapat diterima oleh pengguna jalan. Namun demikian penggunaan waktu siklus dan *window time* ini tetap harus memperhatikan volume lalu lintas dan pejalan kaki sehingga tundaan dapat diminimalkan.

Hunt (1993 dan 1994) meneliti durasi periode 1 yang optimum untuk meminimalkan tundaan total yang dialami oleh pejalan kaki dan pengemudi. Studi tersebut mendapatkan bahwa pada saat volume lalu lintas maksimal dapat diterapkan durasi periode 1 selama 40 detik. Namun demikian, di luar jam puncak (bagi kendaraan), periode 1 harus diubah menjadi antara 12 dan 20 detik. Lesmana (2002) dan Maharani (2003) tidak berhasil meneliti waktu siklus, *window time* yang sesungguhnya dan yang seharusnya karena program dan peralatan pada Pelican di Yogyakarta tidak memungkinkan untuk melakukan hal itu.



Gambar 1. Waktu Siklus dengan *Single Window* dan *Double Windows*

Dari uraian tersebut diusulkan bahwa durasi periode 1 sebaiknya ditentukan dan dibatasi, maksimal 40 detik dan sebaiknya tidak kurang dari 20 detik, dengan cara mengatur waktu siklus dan *window time*. Khusus untuk Pelican di Yogyakarta, memang perlu peningkatan program dan peralatan agar dapat mengatur waktu siklus dan *window time*. Bila ini dapat dilaksanakan, waktu siklus, *window time*, dan akhirnya durasi periode 1 yang optimum dapat ditentukan. Gambar 1 menunjukkan waktu siklus dengan *single window* dan *double windows*.

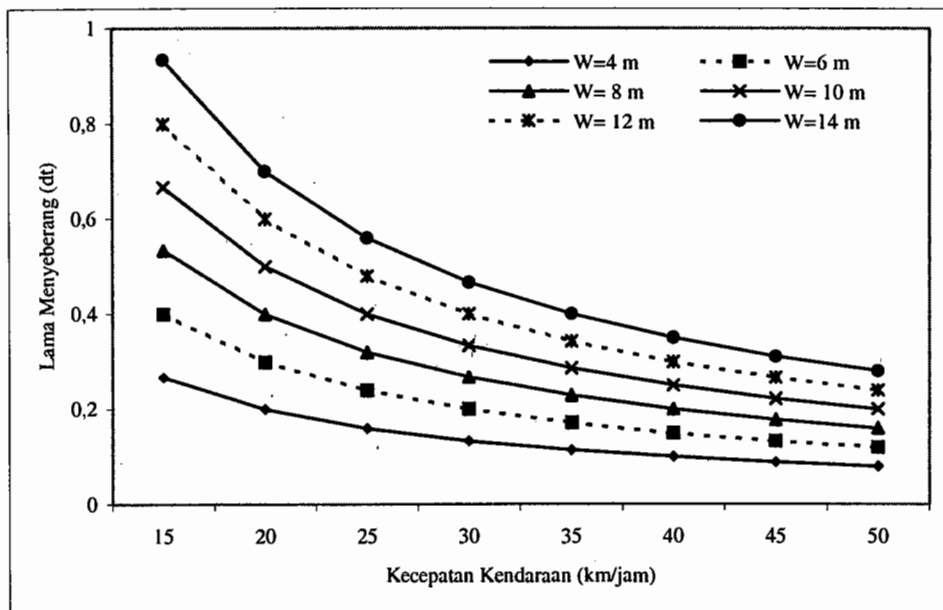
Periode 2

Walaupun durasi periode 2 secara teoritis bervariasi dan tergantung 4 faktor, yaitu pada kecepatan kendaraan yang datang (*vehicle approach speeds*), panjang kendaraan, perlambatan yang bisa diterima oleh pengemudi dan percepatan kendaraan yang maksimal (Williams, 1997), namun biasanya durasi 2 ditetapkan konstan, ialah 3 detik, dengan alasan keselamatan (*safety*). Dengan durasi yang tetap ini pengemudi akan tahu secara pasti bahwa periode ini selalu sama sehingga kemungkinan untuk berspekulasi lebih rendah (DOT et al, 1995). Oleh karena itu durasi 3 detik untuk periode 2 sudah tepat. Namun demikian, pada standar tersebut perlu ditegaskan bahwa bagi kendaraan yang dapat berhenti sebelum garis henti maka kendaraan tersebut harus

berhenti, sedangkan yang lainnya harus segera menyelesaikan penyeberangannya.

Periode 3

Periode 3 merupakan periode semua merah atau *all red period* dan dalam standar (DJPD, 1997) ditentukan tetap, ialah selama 3 detik. Periode ini bermanfaat untuk mengosongkan Pelican dari kendaraan sebelum dapat diseberangi oleh pejalan kaki dengan selamat. Sebetulnya durasi periode ini dapat bervariasi, seperti halnya periode semua merah pada APILL di simpang. Durasi periode ini dihitung berdasarkan kecepatan kendaraan, dan jenis pengaturan APILL (berdasarkan sistem waktu tetap atau berdasar sistem waktu tidak tetap yang menyesuaikan ketersediaan gap). DOT et al (1995) mengusulkan bahwa untuk pengaturan menggunakan sistem waktu tetap durasi 2 sampai 3 detik dapat dipakai, tapi untuk pengaturan dengan waktu tidak tetap maka durasi 3 detik terlalu lama, biasanya cukup 1 detik saja. Untuk Pelican di Indonesia yang hampir selalu menggunakan sistem waktu tetap, durasi periode 3 mestinya ditentukan berdasarkan kecepatan kendaraan. Gambar 2 menunjukkan lama waktu menyeberang yang penulis analisis untuk berbagai kecepatan kendaraan dan berbagai lebar penyeberangan (W) yang dapat dipakai sebagai dasar penentuan durasi periode 3.



Gambar 2. Lama Menyeberang Pelican bagi Kendaraan Berdasarkan Kecepatannya untuk Berbagai Lebar Penyeberangan (W)

Lebar penyeberangan yang ada di Indonesia biasanya sekitar 3,5 m (DJPD, 1997). Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat diketahui bahwa untuk melewati penyeberangan selebar itu hanya diperlukan waktu jauh di bawah 1 detik. Oleh karena itu periode 3 sebaiknya ditentukan 1 detik.

Periode 4 dan Lebar Penyeberangan

Durasi periode 4 atau periode hijau bagi pejalan kaki dihitung dengan rumus 1 dan tergantung pada lebar jalan (panjang penyeberangan), volume pejalan kaki dan lebar penyeberangan. Penentuan periode ini sudah tepat apabila volume pejalan kaki konstan (DJPD, 1997). Yang perlu diperhatikan adalah, penetapan durasi periode 4 ini harus didasarkan pada kebutuhan, dalam hal ini volume pejalan kaki, yang biasanya berfluktuasi. Oleh karena itu durasi periode 4 perlu dibedakan untuk jam sibuk maupun jam tidak sibuk.

Selain itu mestinya lama durasi ini dibatasi agar tidak terlalu lama sehingga waktu siklus menjadi tidak terlalu panjang. Waktu siklus yang panjang akan mengakibatkan tundaan bagi pejalan kaki, khususnya *signal imposed pedestrian delay*, menjadi panjang dan ini akan meningkatkan resiko terhadap kecelakaan dengan meningkatnya pelanggaran periode merah bagi pejalan kaki (Malkhamah, 2000). Berdasarkan waktu siklus maksimal yang disarankan (sebaiknya tidak lebih 60 detik) maka periode 4 sebaiknya tidak lebih dari 7 detik, atau untuk kondisi khusus maksimal 9 detik (DOT *et al.*, 1995). Kondisi khusus ini terjadi apabila lebar penyeberangan tidak dapat diperlebar lagi atau median (*pedestrian refuge*) tidak dapat

disediakan. Agar durasi periode 4 tidak lebih dari 7 detik, maka kapasitas Pelican dapat ditingkatkan dengan memperlebar penyeberangan, dan atau memperpendek panjang penyeberangan. Panjang penyeberangan dapat diperpendek dengan cara menyediakan median (*pedestrian refuge*), sehingga pejalan kaki tidak harus menyeberangi seluruh lebar jalan sekaligus, tapi penyeberangan dilakukan dua kali. Ini dilakukan untuk jalan yang lebar.

Apabila variasi volume pejalan kaki besar maka penentuan periode 4 menggunakan sistem waktu tetap tidak cocok lagi. Standar yang ditetapkan oleh DJPD (1997) belum mengatur penentuan periode 4 menggunakan sistem waktu tidak tetap. Hunt and Lyons (1992) menyarankan untuk memasang detektor pada Pelican yang melayani pejalan kaki dengan volume yang bervariasi. Pada perkembangannya Pelican dengan detektor ini dikenal dengan Puffin (DOT *et al.*, 1995). Penggunaan detektor pada Pelican dikembangkan lebih lanjut oleh ITS (1995) dan Carsten *et al.* (1998). Dengan adanya detektor tersebut durasi periode 4 tidak selalu tetap tapi disesuaikan dengan tingkat arus kedatangan pejalan kaki. Dengan cara ini Puffin bekerja lebih efisien dan keselamatan pejalan kaki lebih terjamin. Peningkatan keselamatan pejalan kaki pada Puffin diteliti juga oleh Austin and White (1997) dan terbukti bahwa dengan menyediakan durasi periode 4 yang tepat, maka semua pejalan kaki dapat menyelesaikan penyeberangan sebelum kendaraan bergerak dan keselamatan mereka lebih terjamin.

Untuk di Indonesia, karena mahal biaya investasi dan operasional, maka penentuan durasi

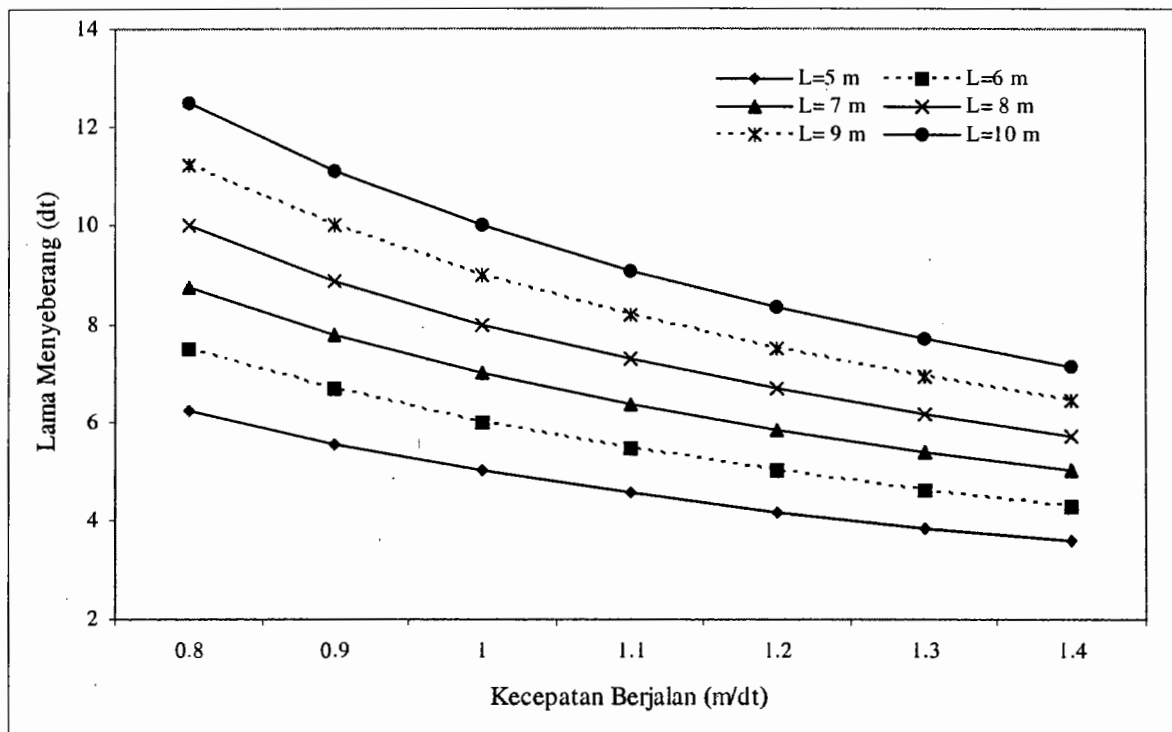
periode 4 dengan sistem waktu tidak tetap (yang memerlukan detektor) hanya disarankan pada Pelican dengan tingkat arus pejalan kaki tinggi dan mempunyai fluktuasi tinggi dan terdapat pada jalan dengan arus kendaraan berkecepatan tinggi. Untuk kondisi lainnya, cukup menggunakan sistem waktu tetap dengan catatan penentuan durasi periode 4 dibedakan untuk waktu sibuk dan tidak sibuk.

Periode Antar Hijau (Periode 5 dan Periode 6)

Periode 5 dan 6 berfungsi untuk mengosongkan Pelican dari pejalan kaki sebelum kendaraan dapat berjalan dengan selamat. Artinya pejalan kaki yang terlanjur berada di atas penyeberangan harus cepat-cepat menyelesaikan penyeberangannya, dan waktu yang disediakan untuk cepat-cepat menyelesaikan penyeberangan ini (durasi periode 5 dan 6) harus cukup. Ini mirip dengan periode kuning dan semua merah pada APILL di simpang. Yang membedakan adalah pada Pelican periode ini berfungsi untuk mengosongkan dari pejalan kaki bukan dari kendaraan seperti pada APILL di simpang. Pada standar (DJPD, 1997), durasi periode 5 dan periode 6 dibuat tetap, ialah masing-masing 3 detik, sehingga total waktunya 6 detik. Mestinya, seperti halnya periode kuning dan semua merah di APILL simpang, durasi periode 5 dan 6 bervariasi tergantung panjang penyeberangan, kecepatan pejalan kaki dan kondisi lalu lintas (DOT *et. al.*, 1995). Selain itu, karena kedatangan dan

keberangkatan pejalan kaki sangat bervariasi (Malkhamah, 2001), maka harus ada fleksibilitas dalam penggunaan durasi ini. Durasi periode 5 merupakan waktu minimal yang diperlukan oleh pejalan kaki untuk menyeberang. Oleh karena itu, durasi periode 5 tidak selalu 3 detik tetapi tergantung pada panjang penyeberangan dan kecepatan pejalan kaki rata-rata. DJPD (1997) mengasumsikan bahwa kecepatan berjalan rata-rata adalah 1,2 m/dt. Asumsi ini diambil untuk melayani pejalan kaki yang berjalan dengan kecepatan agak lambat. Berdasar penelitian, kecepatan berjalan sangat bervariasi, antara 0,9 – 2,8 m/dt dengan kecepatan rata-rata 1,77 m/dt (Malkhamah, 1999).

Pada periode 5 pejalan kaki diberi lampu hijau berkedip (yang artinya pejalan kaki yang berada di trotoar tidak boleh mulai menyeberang), sedangkan kendaraan mendapat lampu merah dan tidak boleh mulai bergerak. Kebijakan bahwa kendaraan mendapatkan lampu merah pada periode 5 adalah sangat tepat. Ini akan lebih menjamin keselamatan pejalan kaki. Diusulkan durasi periode 5 ditetapkan sesuai dengan panjang penyeberangan dan kecepatan berjalan rata-rata dan durasi periode ini harus menjamin bahwa pejalan kaki dengan kecepatan rata-rata harus mampu menyelesaikan penyeberangan. Grafik di Gambar 3 yang merupakan hasil analisis penulis dapat dipakai sebagai acuan untuk menentukan durasi periode 5.



Gambar 3. Lama Menyeberang Pelican bagi Pejalan Kaki Berdasarkan Kecepatannya untuk Berbagai Panjang Penyeberangan (L)

Periode 6 harus bersifat fleksibel. Ini penting untuk mengoptimalkan penggunaan penyeberangan tersebut dan memaksimalkan kapasitasnya tanpa mengabaikan keselamatan pejalan kaki. Diusulkan Periode 6 dipecah menjadi 2, ialah Periode 6a dan 6b. Periode 6a disediakan untuk memberi kesempatan pada pejalan kaki yang berjalan lebih lambat misalnya orang tua, orang yang membawa barang berat, atau orang yang membimbing anak-anak, untuk menyelesaikan penyeberangannya. Pada periode 6a ini pejalan kaki diberi lampu merah (untuk lebih menegaskan bahwa pejalan kaki yang berada di trotoar tidak boleh mulai menyeberang), dan pengemudi diberi lampu merah. Lama periode 6a tidak perlu terlalu lama, karena ada Periode 6b yang memberi kesempatan pada pejalan kaki untuk menyelesaikan penyeberangannya. Periode 6a dapat disediakan selama 1-2 detik. Pada Periode 6b pejalan kaki diberi lampu merah sedangkan pengemudi diberi lampu kuning berkedip. Arti kuning berkedip adalah kendaraan boleh siap-siap bergerak dan mulai bergerak bila penyeberangan telah kosong. Periode 6b dapat diberikan selama 2 – 3 detik. Total durasi 6a dan 6b tergantung pada perbedaan kecepatan pejalan kaki terendah dengan kecepatan pejalan kaki rata-rata, serta perilaku pejalan kaki (prosentase pejalan kaki yang melanggar periode 5). Dengan demikian, waktu antar hijau tidak selalu 6 detik dan harus bersifat fleksibel. Fleksibilitas ini telah diterapkan secara berhasil di banyak negara (DOT et al, 1995).

Pengoperasian Pelican dengan Mempertimbangkan Kecepatan Kendaraan

Pelican yang dioperasikan pada jalan dengan lalu lintas berkecepatan tinggi seyogyanya dilengkapi dengan detektor yang mendeteksi kedatangan kendaraan beserta kecepatannya (*vehicle approach speed*). Ini sangat penting agar pergantian antara periode hijau bagi kendaraan (periode 1) ke periode hijau bagi pejalan kaki (periode 4) dapat dilakukan pada waktu yang tepat dengan durasi periode antar hijau (khususnya periode 3) yang tepat pula. Penggunaan *window time* dengan sistem waktu tetap saja tidak cukup. Ini untuk menghindari pergantian yang terlalu tiba-tiba. Dengan detektor ini akan dipilih *headway* kendaraan yang cukup agar pergantian dari periode 1 ke periode 4 dapat dilakukan dengan baik. Pemasangan detektor untuk kendaraan cukup mahal. Apabila pemasangan detektor bagi kendaraan di Indonesia tidak memungkinkan, maka sebaiknya Pelican tidak dipasang pada jalan dengan lalu lintas berkecepatan di atas 50 km/jam (DOT et al, 1995). Pada jalan tersebut (walaupun jalan tersebut bukan jalan arteri) disarankan untuk menggunakan jembatan penyeberangan demi keselamatan pejalan kaki.

Pengoperasian Pelican dengan Sistem Terisolasi, Terkoordinasi, Sistem Waktu Tetap dan Sistem Waktu Tidak Tetap

Di perkotaan, biasanya jarak antara pertemuan jalan dengan Pelican relatif dekat. Untuk mendapatkan tundaan total minimal, biasanya semua APILL di perkotaan dikoordinasikan dan berada dalam satu *Area Traffic Control System* (ATCS). Namun demikian, khususnya untuk Pelican, pengkoordinasian tersebut perlu dilakukan dengan hati-hati. Ini menjadi lebih penting lagi apabila koordinasi tersebut dilakukan dengan menggunakan sistem waktu tetap. Pada sistem waktu tetap digunakan waktu siklus bersama yang kadang-kadang bukan merupakan waktu siklus optimum bagi Pelican. Hunt (1993 dan 1994) membandingkan tundaan rata-rata yang dialami oleh pejalan kaki pada berbagai Pelican. Penelitian tersebut menggunakan model simulasi yang dikembangkan oleh Griffiths et al (1984b). Didapatkan bahwa Pelican yang terkoordinasi dengan sistem waktu tetap menghasilkan tundaan rata-rata pejalan kaki tertinggi untuk berbagai tingkat arus pejalan kaki, baik tingkat arus konstan, maupun arus berfluktuasi. Penelitian tersebut juga mendapatkan bahwa tundaan tersebut akan menjadi rendah apabila Pelican dikoordinasi dengan sistem waktu tidak tetap. Untuk Indonesia, koordinasi dengan sistem ini masih jauh dari kenyataan karena untuk itu diperlukan biaya, tenaga dan kedisiplinan perawatan alat yang sangat besar. Pengkoordinasian dengan sistem waktu tidak tetap juga harus dilakukan dengan hati-hati. Hal ini disebabkan, untuk sistem waktu tidak tetap ini, Austin and Martin (1996) mendapatkan bahwa Pelican yang dioperasikan secara terisolasi akan mengalami penurunan tundaan dibandingkan dengan bila dikoordinasikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Standar untuk menentukan periode Pelican di Indonesia (DJPD, 1997) masih terlalu sederhana. Penyempurnaan yang diusulkan adalah:

- Fungsi dan arti tiap periode, baik untuk pejalan kaki dan pengemudi kendaraan, harus dijelaskan. Ini penting agar pengguna Pelican tidak melanggar sekaligus memudahkan dalam pemantauan.
- Perlu ditetapkan waktu siklus dan *window time* sekaligus durasi periode 1 (ketiga hal ini saling berkaitan). Apabila digunakan *single window time*, sebaiknya digunakan waktu siklus 50 detik, sedangkan untuk *double window times* dapat digunakan waktu siklus 100 detik.
- Durasi periode 2 sudah tepat dan tidak perlu diubah.

- d. Untuk meningkatkan kapasitas Pelican, durasi periode 3 tidak perlu 3 detik tetapi cukup 1 detik saja.
- e. Penetapan periode 4 menggunakan rumus sudah tepat apabila tingkat arus pejalan kaki relatif tetap. Namun perlu ditekankan bahwa durasi periode 4 harus dibedakan untuk periode jam sibuk dan jam tidak sibuk. Apabila fluktuasi pejalan kaki sangat besar, disarankan untuk mengubah Pelican menjadi Puffin. Selain itu durasi periode 4 harus dibatasi agar tidak lebih dari 7 detik.
- f. Periode 5 dan 6 sebaiknya diubah menjadi periode 5, 6a dan 6b. Durasi periode 5 harusnya tidak selalu 3 detik tetapi tergantung pada kecepatan pejalan kaki rata-rata dan lebar penyeberangan. Durasi 6a dan 6b juga tidak selalu 3 detik tetapi ditetapkan berdasarkan 2 faktor. Yang pertama adalah perbedaan antara kecepatan pejalan kaki rata-rata dengan kecepatan pejalan kaki yang terendah. Faktor kedua adalah prosentase pejalan kaki yang melanggar periode 5.
- g. Apabila kecepatan lalu lintas tinggi (di atas 50 km/jam), sebaiknya Pelican dilengkapi dengan detektor yang mendeteksi kedatangan dan kecepatan kendaraan. Apabila hal ini tidak memungkinkan sebaiknya dibuat jembatan penyeberangan.
- h. Pelican yang berada di perkotaan dengan jarak antar APILL dekat sebaiknya dikoordinasikan dengan hati-hati dengan memilih waktu siklus dan *window time* yang tepat.
- i. Penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan *window time* dan waktu siklus yang lebih akurat dikaitkan dengan tundaan minimal bagi pejalan kaki dan keselamatan lalu lintas yang lebih maksimal perlu dilakukan. Penelitian ini hanya bisa dilakukan apabila peralatan dan program yang ada di Pelican di Indonesia sudah disempurnakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin, K. and Martin, B., 1996, *Improving Pedestrian Priority in UTC Systems. PTRC 24th Summer Annual Meeting Proceedings of Seminar H*, PTRC, London.
- Austin, K. and White, P., 1997, *Reducing Pedestrian and Vehicle Conflict at Pelican Crossings. Traffic Engineering and Control*, Vol. 38 (5), pp. 257-261.
- Carsten, O.M.J., Sherborne, D.J., and Rothengatter, J.A., 1998, *Intelligent Traffic Signals for Pedestrians: Evaluation of Trials in Three Countries. Transportation Research*, Vol. 6C, pp. 213-229.
- Departement of Transport (DOT), The Scottish Office, The Departement of Environment for Northern Ireland, 1995, *Local Transport Note 2/95: The Design of Pedestrian Crossings*. Departement of Transport, London.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (DJPD), 1999, *Keputusan Direktur jenderal Perhubungan Darat, Nomor: SK.43/AJ 007/DRJD/99 Perekayasaan Fasilitas Pejalan Kaki di Wilayah Kota*, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Departemen Perhubungan, Jakarta.
- Griffiths, D.J., Hunt, J.G. and Marlow, M., 1984, *Delays at Pedestrian Crossings 1: Site Observations and the Interpretation of Data. Traffic Engineering and Control*, Vol. 25 (7/8), pp. 365-371.
- Griffiths, D.J., Hunt, J.G. and Marlow, M., 1984, *Delays at Pedestrian Crossings 3: Traffic Development and Validation of a Simulation Model of a Pelican Crossing. Traffic Engineering and Control*, Vol. 25 (12), pp. 616.
- Hunt, J.G., 1990, *Pelican Crossing Operation in Urban Areas Under UTC. Third International Conference on Road Traffic Control*, IEE Conference Publication 320, pp. 129-133, IEE London.
- Hunt, J.G., 1993, *Pedestrian Crossings - Changing the Balance of Priorities. 21st PTRC Summer Annual Meeting Proceedings of Seminar C*, pp. 325-336, PTRC, London.
- Hunt, J.G., 1994, *The Operation and Safety of Pelican Crossings in the United Kingdom. 17th ARRB Conference Proceedings*, Vol. 17, Part 5, pp. 49-64. Gold Coast, Queensland.
- Hunt, J.G. and Lyons, G.D., 1992, *The Operation of Pelican Crossings - Is Pedestrian Detection Worthwhile, Sixth International Conference on Road Traffic Monitoring and Control*, IEE Conference Publication 355, IEE, pp. 48-52 London.
- Institute for Transport Studies (ITS), 1995, *VRU-TOC Drive Project V2005 : Final Report*, Working Paper 439, Institute for Transport Studies University of Leeds, Leeds.
- Lesmana, H., 2002, *Analisis Pengoperasian APILL (Signal Setting) di Pelican Crossing: Studi Kasus. Pelican Crossing di Jalan Ahmad Yani (Depan Pasar Beringharjo) Yogyakarta* Yogyakarta Tesis, Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT) UGM, tidak dipublikasikan.
- Maharani, K., 2003, *Efektifitas Pelican Crossing. Studi Kasus Pelican Crossing di Jalan Ahmad Yani (Depan Pasar Beringharjo) Yogyakarta* Yogyakarta Tesis, Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT) UGM, tidak dipublikasikan.
- Malkhamah, S., 1999, *the Development of an Automatic Method of Safety Monitoring at*

Pelican Crossings, PhD Thesis, Institute for Transport Studies, Leeds University, Leeds, unpublished.

Malkhamah, S., 2000, *The Most Dangerous Times for Pedestrians to Cross at Pelican Crossings*, *Proceedings of 3rd FSTPT Seminar*, Gadjah Mada University, Yogyakarta

Malkhamah, S., 2001, *Analysis on Pedestrian Arrivals and Delays at Pelican Crossings*, *Media Teknik*, No. 1 Th. XXIII Edisi Februari 2001, Yogyakarta.

Nurkhalis, 2003, *Persepsi Masyarakat terhadap Fungsi dan Manfaat Pelican Crossing di Jalan*

Ahmad Yani (Depan Pasar Beringharjo) Yogyakarta, Tesis, Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT) UGM, tidak dipublikasikan.

Sasmito, A., 2002, *Analisis Perilaku dan Tindakan Pemakai Jalan di Penyeberangan Ber-APILL atau Pelican (Pedestrian Light Controlled) Crossing*, Tesis, Magister Sistem dan Teknik Transportasi (MSTT) UGM, tidak dipublikasikan.

Williams, W.L., 1977, *Driver Behaviour During Yellow Interval*. *Transportation Research Record* 644, pp. 75-78.

